

전산지능을 이용한 플라즈마 공정 감시와 진단

Monitoring and Diagnosis of Plasma Processes Using Computational Intelligence

김병환

세종대학교 전자공학과(E-mail: kbwhan@sejong.ac.kr)

초 록: 플라즈마 공정은 전자소자제조를 위한 미세 박막과 증착공정에 핵심적으로 이용된다. 플라즈마는 인가하는 공정변수 (radio frequency power, 챔버 압력, 가스 유량)등과 복잡하게 반응하는 한편, 공정변수의 변화에 민감하게 반응한다. 공정변수에 이상 (anomaly)이 발생할 경우 제조 중인 박막의 특성 변화가 생기며, 이는 소자 수율을 저하시키는 요인이 된다. 한편, 고가의 플라즈마 장비는 다수의 정교한 부품으로 구성되며, 플라즈마 고장이 발생할 경우 그 원인을 진단하는 것이 매우 어렵다. 고장원인을 적시에 진단하지 못할 경우 장비 생산성이 크게 위협받게 된다. 따라서 공정의 질 (quality)을 유지하고 장비와 소자 생산성을 증대하기 위해서는 플라즈마 상태를 엄격히 감시하는 방법과 기구의 개발이 요구된다.

플라즈마 감시를 위해서는 플라즈마 공정 중의 플라즈마 특성 또는 공정 후 박막표면정보의 수집과 분석 방법 또는 기구 등이 요구된다. 공정 중 플라즈마 정보의 수집을 위해서는 광발사 분광기 (optical emission spectroscopy-OES), 실시간 플라즈마 센서, 또는 이온에너지 분석기 등이 이용되고 있다. 이 중 OES가 식각종말점 검출, 챔버 leak 탐지, 그리고 공정분석에 가장 활발히 응용되고 있다. OES는 다 수의 다량의 radical 정보를 제공하며, 그 정보를 실시간으로 처리하여 플라즈마를 감시하는 연구가 계속 진행되어 오고 있다. OES 정보 외에 공정 후 박막 표면에서 수집되는 박막특성정보도 플라즈마를 감시하는 데에 유용한 정보를 제공하며 이 정보를 추출하여 플라즈마를 감시하려는 연구가 최근 시도되고 있다. 박막특성정보의 추출에는 X-ray photoelectron spectroscopy, Atomic force microscopy, 또는 scanning electron microscope 등이 이용되며, 추출된 정보의 분석을 위해서는 웨이브릿 등이 이용된다. 처리된 박막특성정보는 고장상태의 진단과 원인 진단을 위해 전산지능 모델링에 이용된다.

플라즈마 감시와 진단을 위해서는 센서정보를 모델링하는 기구의 개발과 최적화가 무엇보다 요구된다. 최근 전산지능, 특히 신경망이 플라즈마 정보의 감시와 진단을 위해 활발히 응용되고 있다. 본 세미나는 플라즈마공정 감시와 진단에의 전산지능의 응용을 다루고 있으며, 여기에는 신경망을 이용한 플라즈마 모델링, 시계열 신경망을 이용한 플라즈마 장비의 감시, 웨이브릿을 이용한 박막표면정보 (AFM, SEM, XPS)의 분석, 웨이브릿과 신경망을 이용한 박막표면의 감시 모델 등이 포함된다.